

II. Besprechungen.

Die A. Wegenersche Hypothese der Kontinentalverschiebungen.

Eine kritische Zusammenstellung.

Von E. Jaworski (Bonn).

Auf der Hauptversammlung der Geologischen Vereinigung am 6. 1. 1912 hat WEGENER zum ersten Mal seine Hypothese der Entstehung der Kontinente und Ozeane vorgetragen. (S. Bd. III, S. 276—292 d. Zeitschr.). Sie besagt im wesentlichen folgendes: Die Kontinentalblöcke = Festland + Schelf, bestehend aus leichteren, salischen Gesteinen, ruhen nicht auf einer schwereren, simatischen Unterlage auf, sondern sind in diese, entsprechend dem Verhältnis des spezif. Gew. von Sal und Sima, eingetaucht. Der Boden der Ozeane besteht aus Sima. Die salischen Kontinentalschollen sind in ihrer simatischen Unterlage verschiebbar, und haben, wie ein Vergleich des von WEGENER für das Ende des Karbon entworfenen Weltbildes (WEGENER S. 61) mit der jetzigen Weltkarte zeigt, im Laufe der Erdgeschichte sehr erhebliche Verschiebungen erfahren¹⁾. Am Ende des Karbons lagen die beiden Amerika unmittelbar neben Europa-Afrika und die Südkontinente — Südamerika, Australien, Vorderindien und der antarktische Kontinent — waren um Südafrika gruppiert. Es bestand also um den damals etwa an der Südspitze Afrikas gelegenen Südpol eine Pangaea, der eine zusammenhängende Wassermasse auf der anderen Halbkugel entsprach. Aus dieser Pangaea entstand das heutige Weltbild, indem die einheitliche, salische Landmasse in die einzelnen Schollen zerfiel, die auf ihren heutigen Platz wanderten.

Die Hypothese hat in den 10 Jahren, die seitdem verflossen sind, eine umfangreiche Literatur gezeitigt und eine außergewöhnliche Beachtung gefunden. Dies wird verständlich, wenn man sich die weittragenden Konsequenzen vergegenwärtigt, die sich aus ihr ergeben.

Die bisherigen paläogeographischen Karten setzen voraus, daß die einzelnen Punkte der Erdoberfläche im wesentlichen stets dieselbe relative Lage zueinander gehabt haben, wie heute, abgesehen von

¹⁾ Eine Reproduktion der WEGENERSchen Karte findet sich in dem Aufsatz von HENNIG in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift; s. Literaturverzeichnis.

den immerhin beschränkten Verlagerungen, die durch die Gebirgsfaltung entstanden sind. Sie stellen eine Projektion der geologischen Befunde auf den Globus der Jetztzeit dar. Nach der WEGENERSchen Hypothese haben aber die einzelnen Kontinente früher eine andere relative Lage zueinander gehabt. Man muß daher, wenn man die Karte einer früheren Formation entwerfen will, die Kontinente erst in ihre frühere Lage zurückschieben, und kann erst auf diesem Weltbild die Verbreitung der marinen und terrestren Sedimente usw. eintragen. Weiterhin wird nach der WEGENERSchen Hypothese die Annahme der transatlantischen Brückenkontinente, für die sich die Mehrzahl der außeramerikanischen Forscher ausgesprochen hat, überflüssig, da ja die heute getrennten Kontinente früher unmittelbar nebeneinander lagen, so daß im weitesten Maße ein Austausch der Tier- und Pflanzenwelt möglich war¹⁾. Damit wird auch die Schwierigkeit, die bei dem weitgehenden Gebrauch der transatlantischen Brückenkontinente für die Unterbringung der ozeanischen Wassermassen entstand, hinfällig. Eine weitere Folge der Kontinentalverschiebungen wären nach WEGENER und W. KÖPPEN sehr erhebliche Polverschiebungen, also auch Verlagerungen der Klimazonen, woraus sich sehr wichtige Konsequenzen für die Paläoklimatologie ergäben. Nach der Ansicht anderer Geophysiker, wie W. SCHWEYDAR, würden indessen die Kontinentalverschiebungen keine erhebliche Verlagerung der Rotationspole zur Folge haben können.

WEGENERS Hypothese, ist, wie zu erwarten, sehr verschieden beurteilt worden. Während WING EASTON schreibt: „the publication of WEGENERS book was an event“, nennt DIENER sie „ein Spiel mit bloßen Möglichkeiten“ und SEMPER spricht von einem „mit unzulänglichen Mitteln unternommenen und völlig mißglückten Versuch“. Am meisten Zustimmung hat die Hypothese bei den Geophysikern gefunden. Von den Geologen wird sie, mit Ausnahme von DACQUÉE, GAGEL, MOLENGRAAFF und WING EASTON, ziemlich einmütig abgelehnt.

Bei einer Kritik der Hypothese kann man, W. PENCK folgend, zunächst untersuchen, ob die allgemeinen geophysikalischen Voraussetzungen mit den Tatsachen der Geologie in Einklang zu bringen sind. Besteht der scharfe räumliche Gegensatz von Sal und Sima? Besteht der Tiefseeboden aus Sima? Können Salschollen versinken und Simaschollen aus dem Meere auftauchen? Treffen die Vorstellungen WEGENERS über die Entstehung der Faltengebirge und

¹⁾ Die Stellung der Tiergeographie zur WEGENERSchen Hypothese faßte v. UBISCH kürzlich folgendermaßen zusammen: . . . „einen Beweis können wir in der Tierverbreitung für die Verschiebungstheorie noch nicht erblicken. Auch die Brückentheorie wird den Tatsachen einigermaßen gerecht“. (L. v. UBISCH, WEGENERS Kontinental-Verschiebungstheorie und die Tiergeographie, Verhdl. Physik. med. Gesellsch. Würzburg, 1921).

der ostasiatischen Inselbögen zu? Läßt sich eine plausible Erklärung für die Kraft finden, die die Schollen verschoben haben soll?

Von einer Erörterung dieser allgemeinen Fragen soll zunächst abgesehen werden, da sie wenig fruchtbar ist. Im allgemeinen ist auf einer schmalen Basis von beobachteten Tatsachen ein sehr umfangreiches Gebäude von Hypothesen errichtet worden. Die Beobachtungstatsachen sind eben meistens noch zu dürftig, um eine eindeutige Auslegung zu gestatten, so daß sie z. T. von Anhängern wie von Gegnern der Hypothese als „Beweise“ verwertet werden. Wir wollen uns daher auf einige Bemerkungen am Schluß unserer Betrachtungen beschränken.

Sodann ist zu untersuchen, ob die von WEGENER behauptete Westverschiebung Grönlands um 1190 m in 37 Jahren sicher bewiesen ist. Nach dem Urteil von A. PENCK, W. SCHWEYDAR, BURMEISTER und anderen ist dies nicht der Fall. Einmal ist die Ortsbestimmung der Punkte, an denen die früheren Expeditionen ihre Vermessungen ausführten, unsicher. (Vgl. A. PENCK S. 115—116). Trotzdem benutzt WEGENER die Differenz der Messungen um eine tatsächliche Verschiebung zu „beweisen“. Zweitens ist der Genauigkeitsgrad der älteren Messungen nicht genügend, um Fehler von der Größenordnung, wie sie die von WEGENER errechneten 1190 m darstellen, auszuschließen. Drittens weisen SCHWEYDAR und BURMEISTER ausdrücklich darauf hin, daß die KOCHschen Längenbestimmungen auf der Grönlandexpedition 1907 aus meßtechnischen Gründen bei weitem nicht den Genauigkeitsgrad haben können, den KOCH-WEGENER ihnen zuschreiben. Damit ist auch die Forderung WEGENERS erfüllt S. 129, „daß die strengere Kritik sich allein der Frage zuwenden wird, ob die Genauigkeit der Längenbestimmungen selbst ausreichend war“ — allerdings mit einem für WEGENER negativen Ergebnis. Man kann also dem Urteil SCHWEYDARS nur zustimmen: „Vorläufig sprechen die astronomischen Messungen nicht für WEGENER, aber auch nicht gegen ihn“. Sieht man aber selbst die noch fragliche Änderung der Längendifferenz als erwiesen an, so ist damit noch nicht ohne weiteres eine Änderung der Entfernung der beiden Beobachtungspunkte bewiesen. Nach F. KOSSMAT ändern sich die Längendifferenzen automatisch bei Polverschiebungen, ohne daß sich die Entfernung der beiden Punkte ändert. Aber selbst wenn man die horizontale Verschiebung Grönlands um 1190 m in 37 Jahren als erwiesen ansieht, bleibt zu bedenken, daß horizontale Verschiebungen von Schollen in diesem Ausmaß für den mit der tektonischen Geologie Vertrauten durchaus nichts Neues und Überraschendes sind, ohne daß man bis jetzt auf Grund solcher Tatsachen an eine Westverschiebung der beiden Amerika um mehrere Tausend Kilometer gedacht hat. Dem Alpentektoniker werden horizontale Verschiebungen von „nur“ 1190 m wenig imponieren.

Selbst wenn man also die geophysikalischen Voraussetzungen WEGENERS als bewiesen ansieht, was nicht der Fall ist, und selbst wenn man die Verschiebung Grönlands als erwiesen ansieht, was auch nicht der Fall ist, so würde daraus günstigstenfalls die theoretische Möglichkeit folgen für Horizontalverschiebungen in dem Ausmaß wie sie WEGENER annimmt. Daß sie aber wirklich erfolgt sind, wird dadurch nicht bewiesen. „Diese Frage kann vielmehr nur auf geologischem Wege zur Lösung gebracht werden“ (W. PENCK S. 131), denn die Geologie, nicht die Geophysik, ist die Wissenschaft, die in erster Linie die Geschichte der Erde erforscht. Widersprechen die Tatsachen der regionalen Geologie der Hypothese nicht, so wird man sie als brauchbare Theorie begrüßen. Ergeben sich geologische Beobachtungen, die nur auf dem Boden der WEGENERSchen Hypothese zu erklären sind, so wird man darin einen Beweis für ihre Richtigkeit sehen. Widersprechen die Beobachtungstatsachen der Hypothese, so ist sie falsch.

Im folgenden soll untersucht werden, ob die „atlantische Spalte“ und der „lemurische Zusammenschub“ WEGENERS mit den Tatsachen der Geologie vereinbar sind. Der atlantische Ozean ist nach WEGENER eine Simaentblößung, die dadurch entstand, daß die beiden Amerika von Westeuropa-Afrika abrissen und nach Westen auf ihren heutigen Platz wanderten. Dieser Vorgang hat im Süden der Spalte, also westlich Afrikas, bereits gegen Ende des Mesozoikums eingesetzt, während im Norden, also etwa von der Bretagne bis Spitzbergen, der Zusammenhang noch bis in das Diluvium gedauert hat. An der Südspitze Grönlands gabelt sich die Spalte in zwei Äste, die Grönland einschließen. Sehr viel älter soll der mittlere Teil der Spalte zwischen Spanien und Mittelamerika sein. Ist diese Auffassung richtig, so müssen, wie auch WEGENER wiederholt nachdrücklich fordert, wenn man die Spalte schließt, also die beiden Amerika wieder auf ihren alten Platz zurückschiebt, sämtliche geologischen Strukturelemente die an dem einem Rand der Spalte, also der Ostküste der neuen Welt abbrechen, an dem anderen Rand, also auf europäisch-afrikanischem Boden, genau an der entsprechenden Stelle ihre Fortsetzung finden.

Bereits SOERGEL hat die atlantische Spalte einer ausgiebigen, ablehnenden Kritik unterzogen. Er zeigt, daß die heutigen Küsten zu beiden Seiten der Spalte sich keineswegs ohne weiteres zur Deckung bringen lassen, sondern eine ganze Reihe von Verdrehungen die notwendige Voraussetzung sind. Die Südspitze Grönlands, die Halbinsel Labrador, die Neufundlandscholle, die iberische Halbinsel usw. müssen mehr oder weniger verschoben werden. Man sollte meinen, daß sich im Norden, wo die Spalte doch jungdiluvial ist, so gewaltige Verdrehungen z. B. in Labrador irgendwie tektonisch kundtun müßten, doch ist davon nichts bekannt.

Seit dem Aufsatz SOERGELS sind eine Reihe von Arbeiten aus dem Gebiete der regionalen Geologie erschienen, die jetzt die eingehendere Nachprüfung mancher Einzelheit gestatten. Im äußersten Norden ist Grönland auf der WEGENERSchen Rekonstruktion — reproduziert auch in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift a. a. O. — so an Spitzbergen herangeschoben, daß die beiden Küsten parallel laufen. An der grönländischen Ostküste findet sich zwischen $77-80^{\circ}$ N. B. im äußersten Norden bei Nordostrundigen, wie auch WEGENER erwähnt, ungefaltetes Karbon und südlich anschließend nur Kristallin. (Vgl. Hdb. d. Reg. Geol. IV, Abtl. 2a S. 4 u. 30). Die Westküste Spitzbergens (Hdb. d. Reg. Geol. IV, Abtl. 2b) besteht im Norden zwischen $79-80^{\circ}$ aus Kristallin (z. T. metamorphes, ältestes Paläozoikum?) und südlich anschließend aus der gefalteten, silurischen Heclahookformation. Erst weiter östlich findet sich an Verwerfungen eingesunkenes Karbon. Die Verwerfungen sind tertiär, also älter wie die Abwanderung Grönlands. Nur an einem kleinen Punkt bei der Kings-Bay, östlich der vorgelagerten Insel Prinz-Karl-Vorland, südlich des 79° , tritt das Karbon an die Westküste. Das Karbon in Grönland liegt aber nördlich des 80° , kann also nicht, wie WEGENER annimmt, die direkte Fortsetzung des Karbons von Spitzbergen sein. Die kleine Bäreninsel würde auf WEGENERS Rekonstruktion etwa bei 75° neben Grönland zu liegen kommen. Ihre Westküste besteht vorwiegend aus Karbon und nur im Süden ein kleines Stück aus der silurischen Heclahookformation. (Hdb. d. Reg. Geol. IV, Abtl. 2b, S. 30).

In Grönland findet sich in der entsprechenden Breite teils Grundgebirge, teils marines Mesozoikum, teils tertiäre Basalte und Sedimente. Hier im Norden trifft also an den beiden Spaltenrändern die auch von WEGENER geforderte Übereinstimmung im geologischen Bau nicht zu, und doch müßte sie gerade hier wegen des ganz jungen Alters der Spalte am besten erhalten sein!

Nach neuen Untersuchungen¹⁾ streicht das kaledonische Gebirge von Norwegen über die Bäreninsel und Spitzbergen nach der Nordküste Grönlands und setzt über die Nordwestküste in den Osten von Grant- und Grinneland fort. (S. Karte L. KOCH S. 73 a. a. O.) Auf dem heutigen Globus bildet das kaledonische Gebirge somit eine sanft geschwungene Linie. Bei der WEGENERSchen Rekonstruktion dagegen würden die Kaledoniden der grönländischen Nordküste mit einem rechtwinkligen Knick auf den an der Westküste Spitzbergens entlang ziehenden Ast stoßen!!

Weiter südlich liegt die Basalttafel Islands. Sie soll ein Stück simatischen Ozeanbodens sein, das durch die geschmolzenen Sal-

¹⁾ L. KOCH, *Stratigraphy of Northwest Greenland*. Meddelser fra Dansk Geol. Forening V, Nr. 17, 1920.

massen, die von der Unterseite der amerikanisch-grönländischen Scholle stammen, in die Höhe gehoben ist. Zunächst ist die isländische Basalttafel nur ein kleines Stück einer großen zusammengehörigen Einheit: der nordatlantischen Basaltregion, die sich vom arktischen Nordamerika über Grönland, Spitzbergen bis Kaiser Franz-Josephsland erstreckt, und vielleicht auch noch mit der sibirischen Trappregion zusammenhängt. Nach Süden reicht sie bis Irland-Wales und vielleicht noch bis Schonen. Daß an allen diesen Stellen durch unterströmendes Sal gehobener Meeresboden vorliegt, wird selbst WEGENER nicht annehmen. Der isländische Basalt kann ferner kein gehobener Meeresboden sein, da in Grönland wie in Island zwischen den Basaltdecken Braunkohlenlagen liegen, die sich wohl im allgemeinen nicht auf dem Boden der Tiefsee bilden. PJETURSS (Hdb. d. Reg. Geol. IV, I S. 4) spricht von den Ablagerungen eines Taxodiumsumpfes! Die Basalte können mit der Entstehung der jungdiluvialen Spalte genetisch nicht in Zusammenhang gebracht werden, da sie viel älter sind: in Island sicher miozän, vielleicht schon eozän, in Grönland z. T. sicher bereits eozän. Wenn man sich also der allerdings etwas mühevollen Arbeit unterzieht, die Einzelergebnisse der geologischen Forschung zu berücksichtigen, so ergeben sich auf Schritt und Tritt unüberwindbare Schwierigkeiten für die Vorstellungen WEGENERS.

Zwischen der Westküste Grönlands und dem gegenüberliegenden Grantland, Grinnelland und Ellesmereland glaubt WEGENER eine Blattverschiebung erkennen zu können, aus der er eine Nordsüdbewegung, also Polflucht, der amerikanischen Scholle, bezogen auf Grönland, folgert. Als Beweis bringt er in Fig. 26 einen Ausschnitt der Geol. Map of North America Prof. Pap. 71, 1912 von WILLIS. Vergleicht man aber die neue Karte von KOCH a. a. O. 1920, so zeigt sich, abgesehen von der Umdeutung der Altersbestimmung der Sedimente, daß die Kaledoniden und die einzelnen Sedimenthorizonte ganz spitzwinklig zur Küste ausstreichen und den Meeresarm queren, sodaß die einzelnen Formationsgrenzen naturgemäß auf der Westseite gegen Süden verschoben erscheinen müssen. Die Annahme einer Blattverschiebung ist unbegründet.

Geht man auf der europäischen Seite weiter nach Süden, so folgen die präkambrischen Gneißfalten der Laurentiden, die von den Lofoten¹⁾ über die Hebriden und den äußersten Nordwesten Schottlands ziehen und mit Südwestrichtung am Meer abbrechen. Ihre

¹⁾ Nach SUESS III, S. 492 wären die Lofoten nicht mehr zu den Laurentiden zu rechnen. Nach den Angaben, Hdb. Reg. Geol. IV, 3 S. 40, scheint sich indessen außer den jüngeren Gabbromassiven auch noch älteres Kristallin an ihrer Zusammensetzung zu beteiligen. — Nach einer neueren Arbeit von OLAF HOLTEDAHL (vgl. KAYSER, Lehrb. d. Geol. II, S. 228, Fußnote 1) sollen die Gneiße der Lofoten kaledonisch, nicht archaisch sein.

tektonischen Äquivalente finden sie nach der allgemeinen Auffassung in den Zügen, die, der Küste parallel laufend, den Osten des kanadischen Schildes einsäumen und bis zur Belle Isle Straße reichen. An der Belle Isle Straße selbst, wo WEGENER die Verbindung des amerikanischen und europäischen Astes zeichnet, liegt der Gneiß wagerecht. Die im Innern Kanadas bekannten Falten, die teils Ostwest, teils Südwest streichen, treten dort nicht an die Küste. Die Tektonik des kanadischen Präkambriums ist nicht genügend bekannt, um ein sicheres Urteil zu fällen. Es scheint indessen, wie auch SOERGEL ausführt, daß die kanadischen und europäischen Laurentiden mehr oder weniger parallel aneinander vorbei streichen, und sich, wenn man die Schollen wie WEGENER zusammenschiebt, südlich Grönland zu einer spitzen Gabel schließen, nicht aber zu einem zusammenhängenden Zuge zusammenfügen.

Südlich der Laurentiden folgen in Europa die Kaledoniden, deren nördlichen Teil wir bereits kennen lernten, und die von Norwegen durch Schottland und Irland in Südwestrichtung fortsetzen und in dieser Richtung am Meer abbrechen. Sie fehlen auf der amerikanischen Seite der Spalte. Wenn WEGENER S. 75 sagt: „Es beeinträchtigt natürlich nicht die Übereinstimmung, daß diese kaledonische Faltung in Amerika noch einmal überarbeitet wurde“, so erkennt er das Wesen der Kaledoniden, das gerade darin besteht, daß diese Zone postkaledonisch nicht mehr gefaltet und nicht mehr zum Schauplatz jüngerer mariner Sedimentation wurde.

Die auf europäischer Seite nach Süden folgenden variszischen Falten brechen in Wales, Irland und der Bretagne am Ozean ab. Sie finden ihre tektonische Fortsetzung, wie seit 40 Jahren bekannt, in den auf Neufundland abbrechenden Appalachen. Versucht man aber durch Schließen der Spalte das Ostende der Appalachen und das Westende des variszischen Gebirges auf der europäischen Seite unmittelbar aneinander zu passen, so erweist sich das, wie die geologische Karte zeigt, als nicht möglich. Auch kommen dann, wie KOSSMAT hervorhebt, Devongebiete verschiedener Fazies unmittelbar nebeneinander zu liegen. Die Appalachen bilden wohl die tektonische Fortsetzung der variszischen Züge, doch passen die heute erhaltenen Bruchstücke beim Schließen der Spalte keineswegs genau aneinander.

Für den nördlichen und jüngsten Teil der atlantischen Spalte, wo die Zusammenhänge noch besonders erkennbar sein müßten, ergibt sich also, wenn man WEGENERS Rekonstruktion zugrunde legt, folgendes: Spitzbergen und die Bäreninsel passen nicht an Grönland. Der Nordast der Kaledoniden wird an der Nordostecke Grönlands rechtwinklig geknickt. Die isländische Basaltplatte kann kein gehobener Meeresboden sein und das Empordringen der Basalte wegen des Zeitunterschiedes nicht ursächlich mit dem Aufreißen der Spalte zusammenhängen. Der Zusammenhang der kanadischen und

europäischen Laurentiden ist zum mindesten unbewiesen. Die Kaledoniden fehlen auf der amerikanischen Seite. Die Appalachen bilden wohl die tektonische Fortsetzung der variszischen Gebirge, doch passen die heutigen Abbruchstellen nicht aneinander.

Auch kann die Auffaltung der Rocky Mountains am Westrand der amerikanischen Scholle, die hauptsächlich in die Kreide fällt, nicht mit dem spätdiluvialen Abwandern zusammenhängen. Nach SUESS bilden die Alaskiden im äußersten Nordwesten Nordamerikas die unmittelbare tektonische Fortsetzung der ostasiatischen Randbögen. (SUESS, III, 2 Absch. 19, bes. S. 393—427). Nach WEGENER dagegen sind die ostasiatischen Bögen ganz anderer Entstehung wie die Faltengebirge des amerikanischen Westens, zu denen auch die Alaskiden gehören, sodaß der tektonische Zusammenhang, den SUESS annimmt, nicht bestehen kann. Erstere werden als Teile eines präexistierenden Faltengebirges erklärt, die am Hinterrand der asiatischen, nach Westen wandernden Scholle abgesplittert sind, letztere dagegen als Stauchungserscheinungen am Vorderrand der nach Westen wandernden amerikanischen Scholle. Die von SUESS aus guten Gründen angenommenen tektonischen Zusammenhänge zu widerlegen, wird von WEGENER nicht versucht. Zudem bleibt unklar, wie das Faltengebirge, dessen losgelöste Stücke die Inselbögen sein sollen, auf der Hinterseite des asiatischen Kontinentes entstanden ist, während sonst die Faltengebirge von WEGENER durch den Reibungswiderstand an der Vorderseite der bewegten Schollen erklärt werden.

Auch die Unterschiede zwischen den tertiären und diluvialen Säugetierfaunen Nordamerikas und Europas sind viel zu erheblich, um einen bis in das Diluvium dauernden Zusammenhang in breiter Front für den nördlichen Teil der atlantischen Spalte zuzulassen.

Wandert man an den Rändern der Spalte weiter nach Süden, so setzen sich auf der amerikanischen Seite die Appalachen ungefähr der Küste parallel bis Florida fort. Im Osten sind die alten Gesteine des Piedmont Plateaus und die ganz jungen Sedimente der Küstenregion vorgelagert. Es folgt die nur aus jungen Sedimenten aufgebaute Halbinsel Florida und der tertiäre Antillenbogen, der das amerikanische Mittelmeer nach Osten abschließt und sich möglicherweise über Trinidad in den einen Ast der Anden fortsetzt. Auf der anderen Seite der Spalte wird die französische Küste bis zu den Pyrenäen im allgemeinen ebenfalls von Kreide und Tertiär gebildet. Unmittelbar südlich des variszischen Gebirges der Bretagne tritt nördlich Rochefort mariner Jura an die Küste. Weiter südlich folgt der vorpermische Unterbau der Pyrenäen, die sog. „armorikanischen Pyrenäen“, und ein Gebirge variszischen Alters, das an der spanischen Nordküste abbricht, in flachem Bogen die Meseta umgibt und mit Südost-Streichen am Guadalquivirbruch absetzt. Der an der spanischen

Nordküste abbrechende Teil — die asturische Mulde — hat im Osten Nordost-Streichen und geht nach Westen in Nordnordost- und Nord-süd-Streichen über¹⁾. Im Süden der iberischen Halbinsel liegt der nach Westen geschlossene Bogen der tertiären, betischen Kordillere, der in das Riff fortsetzt. Es schließt sich der permokarbone Unterbau des Atlas — die afrikanischen Altaiden — an, die anders streichen wie der kretazisch-tertiäre Atlas; ein Ast streicht ungefähr der heutigen Nordwestküste Afrikas parallel. Damit ist die afrikanische Tafel erreicht.

In diesem mittleren Teil der atlantischen Spalte besteht überhaupt keine Übereinstimmung zwischen den beiden Spaltenrändern. Sieht man von den tertiären Elementen — Pyrenäen, betische Kordillere, Atlas — ab, die jünger als die Spalte sind, so fehlt auf der amerikanischen Seite: die Fortsetzung des Jura von Rochefort, sowie des permokarbonen Unterbaus der Pyrenäen und des Atlas. Ein Äquivalent des asturischen Bogens ist ebenfalls unbekannt. Die Schwierigkeiten werden auch dann nicht behoben, wenn man mit WEGENER S. 68 die spanische Nordküste um das Westende der Pyrenäen willkürlich an die französische Küste des Busens von Biskaya herandreht. Den Schwierigkeiten, die die störende pyrenäische Halbinsel bereitet, glaubt WEGENER in der 2. Auflage seines Buches dadurch entgegen zu können, daß er dem mittleren Teil der atlantischen Spalte ein besonders hohes Alter zuschreibt, so daß die Beziehungen der beiden Spaltenränder zueinander verwischt sind, — ein Ausweg, der höchstens den mit der Geologie der fraglichen Länder wenig Vertrauten über die wirklichen Schwierigkeiten hinwegtäuschen kann.

Im südlichen Teil der atlantischen Spalte schiebt WEGENER das alte brasilianische Massiv an die afrikanische Masse und glaubt dann eine Übereinstimmung im Streichen der alten kristallinen Gesteine zu beiden Seiten der Spaltenränder beweisen zu können: im nördlichen Teil vorwiegend Nordost-Südwest-, im südlichen Teil vorwiegend Nordsüd-Str.

Vergleicht man hiermit die Angaben von LEMOINE (Hbd. Reg. Geol. VII, 6a) und von KOERT (Ber. d. Erforsch. d. Deutschen Schutzgebiete H. 1), so zeigt sich: Nordost-Südwest-Streichen herrscht in dem vom Nigerknie eingeschlossenen Raum (Goldküste, Elfenbeinküste, Togo, Dahomey) und im Hinterland des Sudan. Ferner in Liberia an der Küste bei Monrovia. Es tritt besonders in die Erscheinung in den Zügen der „petits massifs“, die sich an der Elfenbeinküste

¹⁾ KOSSMAT verbindet auf seiner Karte S. 30 die asturische Mulde mit dem variszischen Gebirge der Bretagne und von Wales, sowie die afrikanischen Altaiden mit dem variszischen Gebirge, das mit Südost-Streichen am Guadalquivirbruch abbricht. Das Streichen im Westteil der asturischen Mulde stimmt mit dieser Annahme nicht überein. Auch der Zusammenhang mit dem Atlas ist unbewiesen, wenn vielleicht auch möglich.

dem Meere nähern, und in der Kette von Atacora, die Togo und Dahomey durchzieht. Das Alter dieser Faltenzüge läßt sich nicht sicher bestimmen, doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß sie zeitliche Äquivalente der Saharidenfaltung sind, deren südwestliche Ausläufer, wie bereits SUESS angibt, aus der meridionalen Richtung nach Südwesten umbiegen¹⁾. Im südlich anschließenden Nigeria und im nördlichen Kamerun gibt LEMOINE wechselndes Streichen an: Nordwest-Südost, wie auch Nordost-Südwest. Nach KOERT ist im nördlichen Kamerun Nordost, Nordwest und Ostwest-Streichen beobachtet. HAUG nimmt hier aus diesem Grund bekanntlich ein Schaarungsgebiet an, das er mit der Kamerunlinie in Verbindung bringt. Im südlich folgenden, nur wenig bekannten Kongo gibt LEMOINE Nordsüd-Streichen an. In dem besser bekannten Deutsch-Südwest streichen nach den Angaben von KOERT die Schiefer der Primärformation im Kakaofeld, im Damaraland, in der Namib und bei Swakopmund Nordost-Südwest, in der Umgebung des Erongo und am Otavi fast Ost-West, bei der Lüderitzbucht fast Nord-Süd und weiter südlich Nordnordost-Südsüdwest. Die diskordant über der Primärformation folgenden Namaschichten (Devon-Karbon?), die stellenweise auch noch schwach gefaltet sind, da sie diskordant von den horizontalen Karooschichten überlagert werden, streichen im Norden des Landes teils Nord-Süd, teils Nordwest-Südost, teils Ost-West, teils Nordost-Südwest; im Süden des Landes wird Ostostnord-Streichen genannt. Es findet sich also in den besser bekannten Teilen des Landes südlich der Nigermündung durchaus nicht, wie WEGENER annimmt, vorwiegendes Nordsüd-Streichen.

Im Präkambrium des brasilianischen Schildes glaubt WEGENER denselben Wechsel des Streichens wie in Afrika nachweisen zu können: etwa bis Kap San Roque vorwiegendes Nordost-, weiter südlich vorwiegendes Nordsüd-Streichen. Noch in seiner zweiten Auflage S. 78 fußt er auf der aus dem Jahre 1888 stammenden Darstellung von SUESS II, S. 161. In der Niederschrift seines Vortrages 1921 zitiert er die Strukturkarte von KEIDEL (Ann. Minist. Agricult. Republ. Argentina Secc. Geol. usw. XI, 3, 1916), und spricht von einem ähnlichen Wechsel, wenn auch durch eine dritte Faltungsrichtung teilweise verdeckt. Diese Deutung der Karte ist unzutreffend. In der heutigen Küstenregion sowohl südlich wie nördlich des Kap San Roque streicht das Kristallin im wesentlichen der Küste parallel. Das Ostwest-Streichen im Gebiete des Amazonasbeckens tritt nicht an die Küste. Außerdem bezieht sich diese Streichrichtung auf die paläozoischen Sedimente des Amazonasbeckens, und nicht auf die alte, kristalline Unterlage, deren Streichen ja ermittelt werden soll!

¹⁾ Wenn KOERT S. 20 von meridional streichenden Sahariden in Togo und Dahomey spricht, so ist diese Ausdrucksweise nach dem Gesagten nicht ganz exakt.

Nach den neueren Ausführungen und liebenswürdigen brieflichen Mitteilungen von W. PENCK findet sich in Südamerika zunächst ein präkambrischer Bogen, der durch Guayana¹⁾ nach Südost streicht bis Ceara und mit demselben Streichen nochmals bei Bahia auftaucht. Ferner im Süden zwischen Sao Paulo und Minas ein Nordost-streichender, präkambrischer Zug, der nördlich von Rio de Janeiro an der Küste abbricht und möglicherweise den Südast zu dem genannten, nördlichen, durch Guayana streichenden Bogenstück darstellt. Dieser große, präkambrische Bogen soll von einem Nordnordost-streichenden, frühpaläozoischen (obersilurischen?) Faltenzug als Sehne durchzogen werden, der sich vom südlichen Uruguay bis nach Rio Grande del Norte und Ceara verfolgen läßt und dort an der Küste abbricht.

Schiebt man Südamerika gemäß WEGENER S. 67 an Afrika, indem man es um 45° um seine Nordwestecke nach Osten dreht, dann streicht die heutige Küste nördlich San Roque etwa Ost-West und der südlich liegende Teil etwa Nord-Süd. Der nördliche, archaische Faltenzug streicht dann ebenfalls Ost-West und der südliche Nord-Süd und der spätpaläozoische Faltenzug Nordnordwest. Der Ost-West streichende, archaische Zug stößt dann an der Nordumrandung des Busens von Guinea gegen die Nordost-streichenden Züge auf der afrikanischen Seite, die vielleicht z. T. kaledonisch sind. Der frühpaläozoische Nordnordwest-Zug, der bei Ceara an der Küste abbricht, liegt dann z. T. neben Dahomey, wo die vielleicht silurisch gefaltete Atacorakette abbricht, z. T. neben Nigeria, wo keine silurisch gefalteten Elemente bekannt sind. Nimmt man selbst das silurische Alter der Kette von Atacora als erwiesen an, so bildet sie nicht die streichende Fortsetzung des frühpaläozoischen, bei Ceara abbrechenden Zuges, sondern schließt mit diesem einen Winkel von 60° ein. Der südliche, archaische, submeridionale Zug an der brasilianischen Ostküste südlich Rio de Janeiro und der westlich davon liegende, frühpaläozoische Nordnordwest-streichende Zug liegen dann neben den vorwiegend archaischen Falten — aber auch noch schwach gefalteten paläozoischen Namaschichten — des westlichen Afrika, die aber durchaus nicht vorwiegend Nordsüd streichen. Es fügen sich also die archaischen und silurischen Streichrichtungen zu beiden Rändern der Spalte nicht zu dem Bild zusammen, das WEGENER entwirft. Auch fehlt auf der afrikanischen Seite ein Äquivalent des Paläozoikums des Amazonasbeckens.

Im äußersten Süden des afrikanischen Blockes finden sich die Falten des Capgebirges, das Ostwest streichende Swartgebirge und das der Westküste parallel streichende Cedargebirge, die sich nach

¹⁾ Eine im Krieg erschienene, geologische Karte von Britisch Guayana ist mir leider nicht zugänglich.

SUESS bei Karooport scharen. Die Hauptfaltung ist permisch, wenn auch stellenweise noch eine randliche, posthume, leichte Faltung der Karooschichten zu beobachten ist. Die Behauptung WEGENERS, daß die Hauptstreichrichtung Ostwest ist, und der nördliche Ast untergeordnete Bedeutung hat, ist unbewiesen. Die der Küste parallele Nordnordwest Streichrichtung setzt sich vielmehr in den nördlich anschließenden Gneissketten noch bis an den Orangefluß fort. Es scheint sogar nach der geologischen Karte von HATCH und CORSTOPHINE 1909 der Ostwest-Ast gar nicht an der Westküste abzubrechen, sondern das Gebirge bogenförmig das alte Tafelland im Süden und Westen zu umrahmen. Das Zwartegebirge bricht im Osten mit Ostsüdost-Streichen am indischen Ozean ab. Seine Fortsetzung müßte nach der WEGENERSchen Weltkarte auf der Ostantarktis liegen, doch ist das in Frage kommende Gebiet zwischen Gaussberg und Coatsland leider geologisch unbekannt.

Auf der amerikanischen Seite finden sich im Süden des brasilianischen Schildes die mit Südost-Streichen südlich von Buenos Aires an der Küste abbrechenden Sierren von Buenos Aires. Sie sind permisch gefaltet, die Nordkette schwächer, die Südkette stärker und stimmen auch in der Schichtfolge, wie die Arbeiten KEIDELS gezeigt haben, mit dem Capgebirge vollkommen überein, sodaß man beide wohl als tektonisches Äquivalent, entsprechend den Appalachen und dem armorikanischen Gebirge, bezeichnen kann¹⁾. Nach WEGENER setzen sich die argentinischen Sierren, wenn man Südamerika an Afrika heranschiebt, direkt in die Capfalten fort. Es liegen aber, wie W. PENCK ausführt, und wie auch ein Vergleich der Taf. 1 der KEIDELSchen Arbeit mit der Fig. S. 67 bei WEGENER zeigt, die argentinischen Sierren etwas südlicher wie sie WEGENER einzeichnet. Die Fortsetzung der südlichen Sierra de Ventana würde südlich des Kap der Guten Hoffnung ins Meer fallen und auch die der nördlichen Sierra de Tandil würde noch südlich der Capfalten liegen. Die beiden Teile der „tektonischen Brücke“ schließen also nicht aneinander. Es fehlt also auch im südlichen Teil der atlantischen Spalte die Übereinstimmung der Abrißränder, die WEGENER annimmt.

Schließlich weist auch DIENER mit Recht darauf hin, daß die reiche, permische Reptilfauna in Südafrika und das fast völlige Fehlen der Permreptilien in den gleichaltrigen Schichten Südamerikas unverständlich ist, wenn beide Teile in breiter Front während des größten Teiles des Mesozoikums unmittelbar nebeneinander gelegen haben. Fazielle Unterschiede können nicht die Ursache sein, da in

¹⁾ Daß der Nordzug der Sierren von Buenos Aires nicht permisch gefaltet ist, wie W. PENCK meint, kann ich in Übereinstimmung mit WEGENER der KEIDELSchen Originalarbeit nicht entnehmen. KEIDEL schreibt: In beiden Gebieten können also die hauptsächlichsten Bewegungen in dem Zeitabschnitt vom Perm bis zur unteren Kreide vor sich gegangen sein“.

beiden Kontinenten in den gleichaltrigen Schichten ganz die gleichen Floren gefunden sind.

Unterzieht man sich also der allerdings etwas mühevollen Arbeit, den geologischen Bau der Ränder der atlantischen Spalte an der Hand der geologischen Spezialarbeiten zu verfolgen, und das ist wohl der einzige Weg der Beweisführung, der wirklich Erfolg verspricht, so zeigt sich, daß die von WEGENER angenommenen tektonischen Brücken in keinem einzigen Falle vorhanden sind. Daß gewisse Homologien zu beiden Seiten des Atlantik bestehen, ist altbekannt. Davon aber, daß die Ränder in den Einzelheiten aneinanderpassen, was der Fall sein müßte, wenn WEGENERS Hypothese richtig wäre, kann keine Rede sein. Die Hypothese der atlantischen Spalte widerspricht, wie auch SOERGEL schon betont hat, den Tatsachen.

Man nahm bisher allgemein an, daß während langer Zeiten der Erdgeschichte eine direkte Landbrücke von Ostafrika über Madagaskar nach Ostindien und vielleicht noch weiter bis Australien bestand, und daß erst durch Einbruch dieser Landbrücke das heutige Bild entstanden ist. Selbst Forscher wie DIENER und SOERGEL, die im allgemeinen Gegner der transozeanischen Landbrücken sind, teilen diese Auffassung. Uns interessiert hier nur der westliche, Afrika mit Vorderindien verbindende Teil. Die Straße von Mozambique ist in der Trias eingebrochen, die Verbindung Madagaskars mit Vorderindien hat mindestens noch bis ins Eozän, vielleicht auch noch bis in die Mitte des Tertiärs bestanden.

WEGENER (S. 82—85) stellt dieser Ansicht die Annahme gegenüber, daß Vorderindien ursprünglich direkt östlich von Madagaskar lag. Im Tertiär ist dann die vorderindische Scholle gegen den Südrand des Angaralandes nach Nordnordost abgewandert und hat bei dem Zusammenstoß mit Eurasien die Aufstauchung des jungtertiären Himalaya verursacht. Die Verlängerung Vorderindiens um 3000 km nach Süden, die notwendig ist, damit es neben Madagaskar zu liegen kommt, glaubt WEGENER durch Ausglättung der tertiären Himalayafalten gewinnen zu können. Er nimmt an, daß die tertiäre Faltenzone 1000 km breit ist und kommt dann bei Annahme einer Durchschnittshöhe von 4000 m und einer Arealverkürzung von 75% durch Ausglättung zu einem Streifen von 3000 km Breite vor der Faltung. Der Berechnung liegt zunächst die Annahme zugrunde, daß die heutige orographische Gesamthöhe des Gebirges ausschließlich dem tangentialen Zusammenschub zuzuschreiben ist, was, wie W. PENCK mit Recht betont, nach den in anderen Gebirgen gemachten Erfahrungen durchaus nicht der Fall zu sein braucht und erst zu beweisen wäre. Ferner ist der Quotient der Arealverkürzung = 75% ganz willkürlich von den Alpen auf den Himalaya übertragen. Auch der nur oberflächlich mit der regionalen Geologie Asiens Vertraute wird nur mit Staunen von WEGENER erfahren, daß der tertiäre Zusammenschub, der die

Auffaltung des Himalaya verursachte, sich „über das ganze östliche Asien, über Tibet und die Mongolei hinweg bis zum Baikalsee, und vielleicht sogar bis zur Beringstraße“ erstreckte. Eine 1000 km breite Zone reicht auf der heutigen Karte etwa bis zu der Linie, die auf der Skizze von LEUCHS (Hdbd. Reg. Geol. V, 7 S. 29) die Nordgrenze des postkarbonen Meeres angibt. Der Raum umfaßt außer dem Himalaya: 1. Hedengebirge-Karakorum; 2. die tibetanischen Ketten; 3. die südliche Hälfte des Kuelun. Die schöne Zusammenstellung von LEUCHS ermöglicht eine Nachprüfung, ob auf diesem ganzen Raum eine der Himalayafaltung gleichwertige, tertiäre Gebirgsbildung stattgefunden hat. Im mittleren Kuenlun, besonders Alexander III-Kette, sind Angaraschichten intensiv gefaltet, und im Semenowgebirge ist fossilführende Untertrias steil aufgerichtet. Die erste Tatsache beweist eine kräftige Faltung, deren Alter aber nicht genau bestimmbar ist, da die obere Altersgrenze der Angaraschichten nicht genau festliegt. Die Faltung kann ebenso gut spätmesozoisch wie tertiär sein. Mit der steil aufgerichteten Trias ist eine tertiäre Faltung auch nicht gut zu beweisen. LEUCHS nimmt eine intramesozoische, triassische Gebirgsbildung an. In dem südlich anschließenden tibetanischen Gebiet ist im äußersten Westen, in dem Winkel zwischen Karakorum und Kuenlun, Perm, Trias und Jura in mariner Ausbildung z. T. steil aufgerichtet, z. T. flach gelagert. LEUCHS spricht S. 113 von „nur örtlichen Störungen“. Anzeichen einer intensiven, tertiären Gebirgsbildung sieht er darin nicht. Dasselbe gilt erst recht von den östlich anschließenden, tibetanischen Ketten. Die dort weit verbreitete, vielleicht den Angaraschichten äquivalente Sandsteindecke liegt in ausgedehnten Gebieten flach oder zeigt nur eine ganz schwache Faltung. Im Karakorum ist stark gestörtes marines Perm und älteres Mesozoikum bekannt, das nach LEUCHS spätmesozoisch, bzw. vortertiär gefaltet ist. Über das östlich anschließende Hedengebirge ist geologisch so gut wie nichts bekannt, doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß es zusammen mit dem Karakorum im Eozän den Südrand des Angaralandes gebildet hat, südlich dessen erst das Tethysgebiet lag, durch dessen Auffaltung die Himalayaketten gebildet wurden. Die Geologie Zentralasiens gibt also keinen Anhalt dafür, daß sich die tertiäre Himalayafaltung weit nach Norden über den Himalaya heraus erstreckte. Wo stärkere Faltung bekannt ist — mittlerer Kuenlun und Karakorum — läßt sich das genaue Alter nicht festlegen. Sicher erscheint aber, daß in dem gewaltigen Raume von Tibet, der den Hauptanteil der 1000 km breiten Faltungszone WEGENERS umfassen würde, keine intensive, tertiäre Faltung stattgefunden hat.

Weiterhin braucht durch die Ausglättung des Himalayaraumes die vorderindische Scholle nicht nach Süden verschoben zu werden. Diese Annahme setzt voraus, daß die salische Scholle in ihrer ganzen Mächtigkeit gestaucht wurde, was erst zu beweisen wäre. Die Er-

fahrung zeigt z. B. an manchen Stellen der Anden, daß dort nur die Sedimentdecke, nicht die kristalline Unterlage gefaltet ist, es hat eine Art „Abstau“ stattgefunden. Ferner ist der Himalaya gegen Süden gefaltet. Eine Ausglättung würde, wie auch W. PENCK ausführt, lediglich eine Arealvergrößerung der gefalteten Sedimente nach Norden bedeuten. Die Zahlen, welche WEGENER der Berechnung des lemurischen Zusammenschubes zugrundelegt, gehen also von teils unbewiesenen, teils unzutreffenden Annahmen aus.

Auch der heutige Verlauf der jungpaläozoischen Faltengebirge spricht, wie KOSSMAT ausführt, gegen WEGENER. Die jungpaläozoischen Altaiden bilden heute einen zusammenhängenden Zug, der von Nordwestafrika und Westeuropa bis Hinterindien reicht (vergl. die Karte KOSSMAT S. 30). Sie setzen wahrscheinlich auch noch über das Sundagebiet in die ostaustralische Kordillere fort, doch sei von letzterer zunächst abgesehen, da der Zusammenhang nicht zwingend bewiesen ist. Auf der WEGENERSchen Weltkarte S. 61 müssen diese jungpaläozoischen Faltengebirge im wesentlichen schon dieselbe relative Lage zueinander gehabt haben wie heute mit Ausnahme der jungpaläozoischen Falten im Untergrund des heutigen Himalaya, da dieser im älteren Tertiär nach WEGENER noch 3000 km südlicher lag als heute. Bei dem Zusammenstau des jungtertiären Himalaya wäre dessen jungpaläozoisch gefalteter Untergrund genau so weit nach Norden geschoben worden, daß er sich in dem heutigen Kartenbild mit den tertiär nicht mehr verschobenen jungpaläozoischen Falten östlich und westlich des heutigen Himalaya zu einem einheitlichen, ununterbrochenen Zuge zusammenfügte, fürwahr ein sehr merkwürdiger Zufall. Der heute zusammenhängende Zug der jungpaläozoischen Falten am Südrande des Angaralandes wäre also im Zusammenhang mit der tertiären Himalayafaltung erst aus mehreren Stücken zusammengeschweißt, wovon aber nichts bekannt ist. Noch unmöglicher wird das Bild, wenn man den Zusammenhang der ostaustralischen Kordillere mit den eurasiatischen Altaiden als erwiesen ansieht.

Weitere Unmöglichkeiten ergeben sich, wie DIENER darlegt, für die WEGENERSche Theorie aus den Faziesverhältnissen des himalayischen Mesozoikums und aus manchen tiergeographischen Tatsachen. Nach WEGENER hat die Südküste des mesozoischen Meeres, das sich zwischen Angaraland und dem Massiv von Vorderindien ausdehnte, 3000 km südlicher gelegen als der heutige Himalaya. Die östliche Tethys wird also an Stelle eines relativ schmalen, inseldurchschwärmten Meeresarmes, wie man ihn auf den bisherigen paläogeographischen Karten findet, zu einem Meere von einer Breite, die etwa der Luftentfernung Berlin-Portsaid entspricht. Die Landverbindung Ostafrika-Madagaskar ist seit der Trias unterbrochen. Im Oberjura von Madagaskar und Vorderindien ist Megalosaurus und Titanosaurus bekannt, die also nicht von Afrika aus eingewandert sein können.

Bisher nahm man an, daß diese Landsaurier von Norden her nach Vorderindien eingewandert sind, indem sie die schmale, inselreiche Tethys, etwa von der Art des heutigen Sundaarchipels, zwischen Angara- und Gondwanaland auf Inselreihen überschritten, deren Umfang und Ausdehnung wechselten. Bei einem 3000 km breiten Meere, wie es WEGENERS Hypothese erfordert, ist dies nicht möglich. Das Auftreten der oberjurassischen Landsaurier in Madagaskar und Vorderindien bleibt also bei der Hypothese des lemurischen Zusammenschubes unverständlich.

Bei einem 3000 km breiten Meere müßte man ferner erwarten, daß die neritischen Sedimente, welche an der Nordküste — also dem Südrand des Angaralandes — abgelagert worden sind, von dem Neriticum der Südküste — also dem Nordrand des Gondwanalandes — wenigstens in ihrem Fossilinhalt nicht unerheblich abweichen. Davon ist aber in dem Mesozoikum des Himalaya, in dem beide neritischen Zonen stecken müßten, nichts bekannt. Bei der geringen Breite des Tethyskanales, die sich ergibt, wenn man Vorderindien an seinem heutigen Platz läßt, sind solche Faunenunterschiede auch nicht zu erwarten.

Fällt die Angliederung Vorderindiens an die eurasiatische Masse mit der Himalayafaltung zusammen, so kann sie erst jungtertiär erfolgt sein, wie auch WEGENER S. 58 annimmt. Dem widerspricht aber die Tatsache, daß tertiäre Landwirbeltierfaunen, die älter sind wie die Himalayafaltung, bereits zwingend einen Austausch zwischen Europa und Vorderindien beweisen.

Es zeigt sich also, daß die Hypothese des lemurischen Zusammenschubes mit den Tatsachen der Geologie und Paläontologie ebenso wenig vereinbar ist, wie die Annahme der atlantischen Spalte.

Es bliebe nun noch zu untersuchen, ob sich die von WEGENER angenommene Verschiebung Australiens mit den Tatsachen der Geologie und Paläontologie in Einklang bringen läßt. Falls man nicht, wie WEGENER, die „Beweise“ lediglich dem heutigen, topographischen Kartenbild entnimmt, ist hierzu die allerdings etwas mühsamere Nachprüfung der umfangreichen geologischen Spezialliteratur des Sundagebietes und Australiens notwendig. Nach den Erfahrungen, die sich bei der Nachprüfung der atlantischen Spalte und des lemurischen Zusammenschubes ergeben haben, kann man auf diese dritte Probe aufs Exempel als Wertmaßstab der WEGENERSchen Theorie wohl verzichten. Ich glaube nicht, daß der Aufwand an Zeit und Arbeit in einem Verhältnis zu dem zu erwartenden negativen Resultat stehen würde.

Dagegen seien noch einige Bemerkungen über die allgemeinen, geophysikalischen Grundlagen der Theorie angefügt.

Wie auch HENNIG betont, ist der Gegensatz zwischen Sal und Sima in der Natur durchaus nicht so scharf wie WEGENER annimmt.

Er ist rein konventionell, künstlich eingeführt. Es sei an die simatischen Randzonen der großen Intrusivkörper erinnert. Auch die räumliche Scheidung ist nicht so reinlich wie man nach WEGENER annehmen müßte. Auch auf den Salblöcken finden sich enorme Massen simatischer Gesteine, was im Rahmen der WEGENERSchen Hypothese schwer erklärbar ist. Von der enormen nordatlantischen Basaltregion und den Beispielen, die WEGENER nennt, abgesehen, wären zu erwähnen: die Trappdecken des Dekkan (300000 qkm und bis 1800 m mächtig), die sibirischen Trappergüsse im Innern des alten Angaralandes, das Columbiaplateau (3—400000 qkm und über 1600 m mächtig) usw. —, Gebiete, von denen auch WEGENER kaum annehmen wird, daß sie simatischer, durch spätere Salunterströmung gehobener Meeresboden sind. Daß auf dem Meeresboden das Sima an die Oberfläche tritt, ist und bleibt unbewiesen. Die Zahlen der Schweremessungen lassen sich auch, wie von den verschiedensten Forschern immer wieder mit Recht betont wird, erklären, wenn man annimmt, daß die Salkruste unter den Ozeanen entsprechend dünner ist. Die von TAMS festgestellten Geschwindigkeitsunterschiede der Erdbebenwellen in ozeanischen und kontinentalen Gebieten beweisen gleichfalls nichts. Sie widersprechen nur der WEGENERSchen Hypothese nicht, lassen sich aber, wie TAMS betont, auch anders erklären.

Weiterhin: können Kontinentalschollen zu Tiefseeboden und Tiefseeboden zu Festland werden? Diese Frage ist unbedingt zu bejahen. Daß Schollen unter dem Gewicht einer aufgebürdeten Sedimentlast bis zum Tiefseeebene isostatisch sinken können, ist für unsere Betrachtungen natürlich, wie auch WEGENER mit Recht hervorhebt, indifferent. Im Bereich der Tethys kennt man von den Alpen bis nach Timor auf einer Unterlage, die stellenweise im Karbon und Perm Festland war, in weiter Verbreitung die Radiolarite und Abyssite. Ihre Deutung als echte Tiefseeablagerung wird teilweise bestritten. Wer indessen insbesondere die nicht verkieselten, von STEINMANN (Geol. Rundschau IV, S. 573) aus dem Appennin beschriebenen Abyssite aus eigener Anschauung kennt, kann an ihrer Tiefseeeatur nicht zweifeln. Als Unterschied gegenüber dem rezenten, roten Tiefseeton wird gerne das Fehlen der vulkanogenen Komponente in den jurassischen Tiefseeabsätzen betont. Indessen sind erfahrungsgemäß diese meist recht basischen und Fe-reichen Silikate und insbesondere das vulkanische Glas leicht zersetzbar, so daß ihre Entfernung durch diagenetische Vorgänge sehr wohl vorstellbar ist. Daß die von MOLENGRAAFF¹⁾ aus Timor beschriebenen Sedimente ihrer chemischen

¹⁾ MOLENGRAAFF, C. Mangaanknollen in mesozoische deepzeeafzettingen van Nederlandsch-Timor, mit en voorloopige mededeeling van L. F. DE BEAUFORT, Fossielen van cretaceischen ouderdom in de afzettingen. Versl. v. d. gew. vergad. d. Wiss. en Natuurk. Afd. v. d. Kon. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam van 27. Nov. 1920. XXIX, 5, S. 676—692.

Zusammensetzung, ihrer Fauna und ihrer Manganknollenführung nach vollständige Äquivalente des roten Tiefseetons sind, ist auch nicht gut zu bestreiten. Auf die altbekannten Vorkommen fossiler Tiefseeablagerungen in Malta, Barbados, Trinidad, usw. nochmals einzugehen, erscheint überflüssig.

Auch läßt sich ein indirekter Beweis dafür führen, daß große Kontinentalgebiete versunken sein müssen. Wiederholt zeigt die Erdgeschichte das spontane Auftreten überaus reich entwickelter Gruppen von Landbewohnern, deren Vorfahren uns gänzlich unbekannt sind, die aber dem Grad ihrer Mannigfaltigkeit und weit vorgeschrittenen Spezialisierung entsprechend, bereits eine langdauernde Entwicklung auf einem ausgedehnten Areal hinter sich haben müssen. Diese kann sich nur auf einer heute nicht mehr zugänglichen, im Ozean versunkenen Landmasse abgespielt haben. Der beliebte Ausweg, diese Entwicklung in die Polarregion zu verlegen, ist zum mindesten auch nicht besser bewiesen, wie die hier gemachte Annahme. Beispiele dieser Art sind: das spontane Erscheinen der Permflora der Südhemisphäre, das Erscheinen der Coniferenflora zu Beginn des Mesozoikums, der Dicotyledonenflora in der oberen Kreide Nordamerikas, der gewaltigen, südafrikanischen Landreptilien im Perm, der Säugetiere im Alttertiär Nordamerikas u. a. m.

Die unbestreitbaren Tatsachen zeigen also dem, der sehen will, daß Tiefseeboden zu Festland geworden ist und umgekehrt. Anderseits ist sogar den Geologen klar, daß spezifisch Leichteres an sich nicht in spezifisch Schwererem versinken kann¹⁾. Es muß also für diesen Vorgang eine besondere Erklärung gefunden werden und den Weg, der hier möglich ist, zeigt KOSSMAT in seiner interessanten Arbeit. Er hat einwandfrei nachgewiesen, daß mit der Zeit eine Verschiebung in der Verteilung der Schwere eintreten kann. Die Schwere einer bestimmten Scholle ist also keine mit der Zeit unveränderliche Eigenschaft. Es können Schollen übernormal schwer werden und versinken oder unternormal schwer werden und aufsteigen. Die Ursachen einer solchen Dichteveränderung sind von KOSSMAT a. a. O. ausführlich geschildert, doch ist hier nicht der Platz darauf näher einzugehen. Jedenfalls läßt sich bei dieser Auffassung ein Versinken oder Aufsteigen von Schollen auch mit der Isostasie in Einklang bringen.

Eine andere Erklärung versucht A. PENCK, der Zustandsänderungen in der die Kruste unterlagernden Magmaschicht für die Versenkung von Schollen verantwortlich macht. Man kann sich nach A. PENCK auch vorstellen, daß bei einer Verschiebung ein Krustenstück über eine anders beschaffene, magmatische Unterlage zu liegen kommt

¹⁾ Die stilistischen Entgleisungen des Herrn WEGENER 1921 S. 99 am Ende des ersten Abschnittes sind bedauerlich. Ich versage mir eine naheliegende, auf den gleichen Ton abgestimmte Antwort.

und sich so auf eine neue Gleichgewichtslage einstellen muß, was im Endeffekt auf dasselbe herauskommt.

Weiterhin nimmt WEGENER als erwiesen an, daß mit der Gebirgsfaltung eine Arealverkleinerung der Saloberfläche notwendig verbunden sein muß. Daß bei der Faltung unter Umständen garnicht die ganze Salkruste, sondern nur die Sedimenthaut zusammengestaucht wird, ist bereits erwähnt. Es sei aber noch darauf verwiesen, daß nach der Ansicht A. PENCKs und anderer die Faltung gar keine Arealverkleinerung zur Folge zu haben braucht, sondern ihrerseits erst die Folge eines Massenzuwachses, also einer durch Intrusivvorgänge angestrebten Arealvergrößerung sein kann.

Eine Erklärung der die Horizontalverschiebung bewirkenden Kraft, wenigstens der Nordsüdkomponente, der Polflucht, hat W. KÖPPEN versucht. Der Schwerpunkt einer Kontinentalscholle liegt in einer 2,4 km höheren Fläche wie der Auftriebspunkt der Scholle, das ist der Schwerpunkt der verdrängten Simamasse. Die beiden Flächen sind nur am Äquator und an den Polen parallel, sonst gegeneinander geneigt. Es müssen also zwei auf diesen Flächen in mittleren Breiten errichtete Senkrechte sich schneiden. Es wirkt die Schwerkraft senkrecht zur oberen Fläche gegen den Erdmittelpunkt; der Auftrieb in entgegengesetzter Richtung senkrecht zur unteren Fläche. Da die beiden Senkrechten sich schneiden, entsteht eine äquatorialwärts gerichtete Resultante, die Ursache der Polflucht.

Diese Erklärung ist auch nach der Ansicht von SCHWEYDAR theoretisch möglich. Die resultierende Kraft wird bei einem Zähigkeitsgrad des Simas von $10^{19} = 20 \text{ cm/Jahr}$ bei 45° sein. Diese Kraft ist nach SCHWEYDAR zu gering, als daß man durch ihre nochmalige Zerlegung in zwei Komponenten infolge der Erdrotation eine Ostwestverschiebung erklären könnte. SCHWEYDAR gibt für die Ostwestverschiebung eine andere Erklärung. Wenn die einzelnen Kontinentalmassen verschiebbar sind, dann muß man zwischen einer Rotationsachse der einzelnen Kontinente und der gesamten Erde unterscheiden. Erstere haben das Bestreben, um ihre eigene Achse zu rotieren, die von der Rotationsachse der Erde abweicht. Daraus kann theoretisch eine westlich wirkende Kraft entstehen. Andererseits ist es möglich, daß die Schollen passiv durch Simaströmungen verfrachtet werden. Auch für die Entstehung solcher Strömungen gibt SCHWEYDAR eine Erklärungsmöglichkeit. Weitere Erklärungen für die verschiebende Kraft gibt DACQUÉ S. 98—100, der auf die tetraedrische Gruppierung der Hauptlandmassen zurückgreift, und KOHN. Letztere Arbeit sei nur der Vollständigkeit halber genannt. Sie nimmt als letzte Ursache der Kraft das Bestreben des Nifekerns an, in der Form eines Pyramidenoktaeders zu kristallisieren!!!

Die Zusammenfassung der voranstehenden Betrachtungen ergibt also: der einzige Weg, der ein sicheres Urteil darüber erlaubt, ob

im Lauf der Erdgeschichte horizontale Verschiebungen von Kontinenten in dem Ausmaß stattgefunden haben, wie sie WEGENER annimmt, ist der, daß man nachprüft, wie sich die Einzelergebnisse der regionalen Geologie zu der WEGENERSchen Hypothese verhalten. Die Tatsachen der regionalen Geologie widersprechen sowohl der Annahme der atlantischen Spalte wie des lemurischen Zusammenschubes. Die Hypothese der Kontinentalverschiebungen ist daher abzulehnen.

Andererseits steckt ohne Zweifel in den Vorstellungen WEGENERS ein richtiger Kern. Daß horizontale Verschiebungen der obersten Kruste auf einer irgendwie beschaffenen Unterlage stattgefunden haben und auch wohl heute noch vor sich gehen, ist sicher, aber nicht neu, und wird z. B. von KOSSMAT, W. PENCK, AMPFERER, WANNER, BROUWER und anderen angenommen, sei es, daß der Kruste selbst eine aktive, bewegende Kraft zukommt, sei es, daß sie von Strömungen des Untergrundes passiv getragen wird. Das Bild aber, welches WEGENER von diesem an sich richtigen Gedanken entwirft, ist verzeichnet.

Zum Schlusse seien noch zwei Tatsachen erwähnt, die bisher schwer verständlich waren, aber durch die Verschiebungshypothese eine einfache Erklärung finden: die Verbreitung der jungpaläozoischen Vereisung auf der Südhemisphäre und der Parallelismus der atlantischen Küstenränder. Die Spuren der jungpaläozoischen Vereisung finden sich, wie bekannt, in Brasilien, in den Sierras von Buenos Aires, in den Präkordilleren, auf den Falklandinseln, in Togo, Belgisch-Kongo, Vorderindien und Australien. Sie fehlen dagegen auf der Nordhalbkugel vollständig. Diese Verbreitung der Glazialablagerungen ist weder bei der Annahme örtlicher Vergletscherungsursachen, noch, die jetzige Pollage vorausgesetzt, bei der Annahme eines einheitlichen Vereisungszentrums verständlich. Legt man aber den Pol nach Südafrika und gruppiert mit WEGENER die Südkontinente um Südafrika, so läßt sich die Ausbreitung des permischen Glazials von einem Vereisungszentrum aus eher vorstellen, zumal wenn man eine gewisse Beweglichkeit des Poles im Perm annimmt. Das Fehlen der permischen Glazialspuren auf der Nordhalbkugel wird dann verständlich, weil bei dieser Annahme der Nordpol in den pazifischen Ozean fällt. Indessen ergeben sich auch noch bei dieser Annahme eine Reihe Schwierigkeiten, auf die ECKHARDT, A. PENCK und KOSSMAT aufmerksam machen.

Auch der oft betonte Küstenparallelismus zu beiden Seiten des Atlantik wird nach der WEGENERSchen Hypothese ohne weiteres verständlich.

Indessen kann der Umstand, daß zwei bis jetzt nicht erklärbare Tatsachen durch die neue Hypothese leicht verständlich werden, nicht den Grund zu ihrer Anerkennung bilden, wenn man alle die anderen Schwierigkeiten und Unmöglichkeiten abwägt, die sich aus ihr er-

geben. Es hat keinen Wert, ältere Vorstellungen gegen neue einzutauschen, die bisher Unverständliches zwar erklären, aber dafür einen Wall neuer Schwierigkeiten auftürmen.

Von den geophysikalischen Annahmen WEGENERS ausgehend, ist in neuester Zeit WING EASTON zu einer Ansicht von der Entstehung der Kontinente gekommen, die wesentlich von WEGENER abweicht. Da das sp. Gew. von Sal, Sima und Ozeanwasser bekannte Größen sind, kann man bei bekannter Dicke eines Salblockes ausrechnen, bei welcher Meerestiefe die Oberfläche des Salblockes untertauchen, auftauchen, oder gerade mit dem Meeresspiegel abschneiden wird. Da die Salblöcke — „without or with rare exception“ — alle längere Reisen zurückgelegt haben, auf denen sie bald durch tieferes, bald durch flacheres Meer gewandert sind, so sind sie nach WING EASTON auf ihrer Reise bald tiefer, bald flacher untergetaucht, bald aufgetaucht, woraus sich der Wechsel von Flachsee-, Tiefsee- und Festlandablagerungen erklärt. Nicht mehr im Laufe der Erdgeschichte untergetaucht sind nur solche Schollen, die von vorn herein eine gewisse Dicke überschritten haben, wie die alten Massive von Brasilien, Kanada usw.

Die Konsequenzen, welche sich für die Sedimentation aus diesen Vorstellungen ergeben, sowie die Eventualitäten, welche eintreten können, wenn zwei wandernde salische Schollen verschiedenen Umfanges usw. zusammenstoßen, werden ausführlich geschildert.

Ursprünglich soll präkambrisch nur ein salischer Kontinent um den Südpol existiert haben, und auf der Nordhalbkugel nur Meer. Im Laufe der Erdgeschichte sind von diesem Urkontinent einzelne Schollen abgetrieben — warum? —, nach Norden gewandert und dort wieder zu den heutigen Kontinenten zusammengeschwemmt, die also aus einzelnen Schollen mosaikartig zusammengesetzt sind. Die Schollen müssen auf ihrem Weg vom Süden nach Norden z. T. alle Klimagürtel gequert haben, und WING EASTON glaubt diese „Bestätigung“ seiner Theorie aus der paläoklimatischen Kurve der mitteleuropäischen Schollen ablesen zu können, wobei er allerdings die WEGENERSche Kurve nicht als richtig anerkennen kann. Die Reisewege der einzelnen Schollen werden näher erläutert ohne geologische Beweise zu erbringen, was nicht wundern kann, da sich solche geologischen Unmöglichkeiten geologisch auch nicht beweisen lassen.

Schließlich glaubt WING EASTON aus seiner Hypothese neue Gesichtspunkte für die Erklärung der Gesamtentwicklung der organischen Welt herleiten zu können. Wenn auch die Entwicklung sich im großen überall nach denselben Leitlinien vollzogen haben mag, so ist sie doch in den Einzelheiten in erster Linie bedingt durch die Isolierung der einzelnen Schollen während ihrer Reise und durch die Aufeinanderfolge der verschiedenen Klimate, die die Schollen auf ihrer Wanderung querten. Die kleinen systematischen Einheiten,

wie Gattung und Art, haben nur lokalen Wert und sind auf einen oder wenige Blöcke beschränkt. Die Schollen, die sehr lange mit dem antarktischen Urkontinent zusammengehangen haben, haben bis in die jüngste Zeit altertümliche Tierformen bewahrt, zeigen also eine Verzögerung der Entwicklung, während auf den Schollen, die sehr früh abwanderten, schon sehr früh eine rasche Entwicklung einsetzte. Ein und dieselbe Fauna entspricht also auf einer Scholle, die sehr früh abwanderte, einem älteren Zeitpunkt, wie auf einer Scholle, die erst sehr spät ihre Wanderung antrat. Damit fällt die Basis der bisherigen, relativen Altersbestimmung in der Geologie, ohne daß WING EASTON einen Ersatz dafür bietet. Worauf er seine Altersbestimmungen basiert, wird nicht angegeben.

Skandinavien, Mitteleuropa, Timor und Sumatra sind in der hier genannten Folge auch zeitlich nacheinander vom Urkontinent abgewandert. Deshalb sollen, in Anwendung des erörterten Prinzipes, in Skandinavien als dem zuerst abgewanderten Teil die Trilobiten im Kambrium-Silur, in Mitteleuropa¹⁾ im Devon und in Timor-Sumatra im Perm vorkommen! In Skandinavien fehlen devonische Trilobiten, weil man dort keine marinen Devonfaunen kennt. In Mitteleuropa finden sich u. a. silurische Trilobiten im Kellerwald, im Fichtelgebirge, in den Ostalpen usw. Im Perm finden sich allerdings als Seltenheit Trilobiten in der Umgebung des Harzes und häufiger im Mediterrangebiet bei Sosio. Daß zahlreiche Trilobiten des Kambrium-Silur aus allen Breiten zwischen Skandinavien und Timor bekannt sind, ergibt sich aus jedem Lehrbuch der Stratigraphie. Die Stratigraphen und Paläontologen, die WING EASTON zur weiteren Ausarbeitung seiner Hypothese ermuntert, werden gegen diese Art der Beweisführung ihre Bedenken haben.

Eine weitere Kritik der WING EASTONschen Hypothese erübrigt sich nach dem Gesagten wohl. Sie ist ein abschreckendes Beispiel dafür, wohin eine Forschungsrichtung führt, die, auf rein theoretischer Basis aufbauend, das zudem nur ungenügend berücksichtigte Tatsachenmaterial in den Rahmen einer vorgefaßten Hypothese einzuzwängen versucht und dabei die nötige, kritische Vorsicht vermissen läßt. Der Verf. nennt seine Arbeit „a child of its age; it is in the fullest sense of the word revolutionary“. Man kann wohl voraussagen, daß WING EASTONs Hypothese mit vielen anderen Gedankenkindern ihrer Zeit auf den verschiedensten Gebieten das gemeinsam haben wird, daß sie sich nicht als lebensfähig erweist.

¹⁾ Belgien, Frankreich und Böhmen gehören nach der Ansicht WING EASTONs nicht zur mitteleuropäischen Scholle.

Literaturverzeichnis.

- ANDRÉE, K., ALFRED WEGENERS Hypothese von der Horizontalverschiebung der Kontinentalschollen und das Permanenzproblem im Lichte der Paläogeographie und der dynamischen Geologie. *Petermanns Mitteil.* Bd. 63, 1917, S. 50—53, 77—81.
- ARLDT, TH., Die Frage der Permanenz der Kontinente und Ozeane. *Geogr. Anz.* XIX, 1918, S. 2—12.
- , —, *Handbuch der Paläogeographie.* Bd. II, S. 1206—1213.
- BURMEISTER, F., Die Verschiebung Grönlands nach den astronomischen Längenbestimmungen. *Petermanns Mitteil.* Bd. 67, 1921, S. 225—227.
- DACQUÉE, ED., *Grundlagen und Methoden der Paläogeographie.* Jena, 1915, S. 93 ff., 119 ff. und 178 ff.
- DIENER, C., Die Großformen der Erdrinde. *Mitteil. K. K. Geogr. Ges. Wien*, Bd. 58, 1915, S. 329—349.
- ECKHARDT, W. R., Die WEGENERSche Verschiebungshypothese und die geologischen Klimate. *Zentralbl. f. Mineral. usw.* 1921, S. 259—265.
- HENNIG, EDW., Neue Ansichten vom Entstehen des Erdbildes. *Naturwissensch. Wochenschr.* N. F. Bd. XX, S. 581—689.
- KAYSER, E., *Lehrbuch der Geologie*, 6. Aufl. 1921, Bd. II, S. 332—234.
- KLÖCKING, J., SIMROTHS biologische Entwicklungsgesetze im Lichte der WEGENERSchen Hypothese von der Horizontalverschiebung der Kontinentalschollen. *Petermanns Mitteil.* Bd. 59, I, 1913, S. 121—122.
- KOHN, W., Die Entstehung der heutigen Oberflächenformen der Erde und deren Beziehungen zum Erdmagnetismus. *Annal. d. Natur- und Kulturphilosophie*, Bd. 12, 1913, S. 88—130.
- KOBER, L., *Der Bau der Erde.* Bornträger Berlin 1921.
- KÖPPEN, W., Über Polwanderungen, Kontinentalverschiebungen und Klimageschichte. Auszug aus einem Vortrag auf der 13. allgem. Versammlung d. Deutsch. Meteorolog. Ges., *Meteorolog. Zeitschr.* 1920, S. 347.
- , —, Über Isostasie und die Natur der Kontinente. *Geograph. Zeitschr.* Bd. 25, 1919, S. 39—48.
- , —, Ursachen und Wirkungen der Kontinentalverschiebungen und Polwanderungen. *Petermanns Mitteil.* Bd. 76, 1921, S. 145—150 und 191—194.
- KOSSMAT, F., Die mediterranen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustande der Erdrinde. *Abh. Math.-physikal. Kl. Sächsische Akad. d. Wissensch.* Bd. 38, Nr. 2, 1921.
- , —, Erörterungen zu A. WEGENERS Theorie der Kontinentalverschiebung. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde* Berlin 1921, S. 103—110.
- , —, Die Beziehungen zwischen Schwereanomalien und Bau der Erdrinde. *Geol. Rundschau*, Bd. 12, 1921, S. 165—188.
- PENCK, W., Zur Hypothese der Kontinentalverschiebung. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde.* Berlin, 1921, S. 130—143.
- , A., WEGENERS Hypothese der kontinentalen Verschiebungen. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde*, Berlin, 1921, S. 110—120.
- POMPECKJ, J. F., Sal oder Sial? *Zentralbl. f. Mineral. usw.* 1922, S. 91.
- SCHWEYDAR, W., Bemerkungen zu WEGENERS Hypothese der Verschiebungen der Kontinente. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde*, Berlin, 1921, S. 120—125.
- SEMPER, M., Was ist eine Arbeitshypothese? *Zentralbl. f. Mineral. usw.* 1917, S. 146—163.
- SOERGEL, W., Die atlantische Spalte. Kritische Bemerkungen zu A. WEGENERS Theorie von der Kontinentalverschiebung. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.* Bd. 68, 1916, S. 200—239.

- SOERGEL, W., Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente. Stuttgart, Schweizerbart, 1917.
- TAMS, E., Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Oberflächenwellen längs kontinentaler und ozeanischer Wege. Zentralbl. f. Mineral. usw. 1921, S. 44—52 und 75—83.
- WEGENER, A., Die Entstehung der Kontinente. Geol. Rundschau, Bd. 3, 1912, S. 276—292.
- , —, Die Entstehung der Kontinente. Petermanns Mitteil. Bd. 58, 1912, S. 185—195, 253—256 und 305—309.
- , —, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Sammlung „Die Wissenschaft“, Vieweg, Braunschweig, 1915, Nr. 23.
- , —, dgl. völlig umgearbeitete und wesentlich vermehrte II. Aufl. Ebenda Bd. 66, 1920.
- , —, Die Theorie der Kontinentalverschiebungen. Zeitschr. Ges. f. Erdkunde, Berlin, 1921, S. 89—103.
- , —, Schlußwort. Ebenda, S. 125—130.
- , —, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Kritisches Referat von E. TAMS, im Zentralbl. f. Mineral. usw. 1921, S. 506—512.
- WING EASTON, IR. N., On some extensions of WEGENER'S Hypotheses and their bearing upon the meaning of the terms Geosynclines and isostasy. Verhdl. Geol.-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Kolonien. Geol. Ser. Deel V, S. 113—133. 1921.
- , —, Het ontstaan van den malaischen Archipel, bezien in hat Licht van WEGENER'S Hypothesen. Tijdschr. Nederlandsch. Aardrijkskunds. Genootschap. Bd. 38, Nr. 4, 1921.